

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ГЛУБИНА ОЦЕНКИ ПРИЧИН ПОВРЕЖДЕНИЙ

Предложена классификация методов определения технического состояния на основании глубины поиска повреждения, определены характерные методы диагностирования для каждого уровня распознавания технического состояния, выделен уровень распознавания физических процессов необходимый для определения параметров управления техническим состоянием механического оборудования.

Запропонована класифікація методів визначення технічного стану на підставі глибини пошуку пошкодження, визначені характерні методи діагностування для кожного рівня розпізнавання технічного стану, виділено рівень розпізнавання фізичних процесів необхідний для визначення параметрів управління технічним станом механічного устаткування.

In the article on the basis of depth of search of damage classification of methods of determination of the technical state is offered, the characteristic methods of diagnosing for every level of recognition of the technical state are certain, the level of recognition of physical processes is selected necessary for determination of parameters of management the technical state of mechanical equipment.

Потери, связанные с затратами на неплановую замену узлов и уменьшением добычи, возникающие при аварийных остановках горного оборудования, обуславливают необходимость всемерного повышения его эксплуатационной надежности. Одним из основных путей решения этой задачи является использование мониторинга состояния оборудования методами технической диагностики, позволяющим осуществлять распознавание фактического состояния технических систем в режиме реального времени – до наступления отказа, а не после разборки аварийно вышедшего из строя узла. При определении возможностей использования известных методов технической диагностики для действующего и проектируемого оборудования важное значение имеет квалифицированное определение заказчиком требований к системе мониторинга с точки зрения ожидаемых результатов в части глубины оценки причин, вызывающих отказы оборудования. Заложенная на стадии определения требований к системе глубина оценки оказывает существенное воздействие на итоговую стоимость системы мониторинга, организационные и технические сложности, сопровождающие её внедрение в повседневную деятельность служб, отвечающих за исправность оборудования. Особенно важно верно определить требующийся уровень оценки при использовании методов виброметрии, позволяющих, благодаря широкому развитию исследований и значительному практическому опыту, накопленному в этой области, строить существенно отличающиеся по используемым ресурсам и организации системы мониторинга оборудования. Теоретические основы виброметрии, заложенные в 60...70-х годах [1] получили практическую реализацию в 80-х в виде портативных виброметров, спектроанализаторов и стационарных систем для измерения вибрации [2, 3]. Дальнейшие исследования спектрального состава вибрационного сигнала в 70...80-х годах [4, 5, 6] привели к появлению анализаторов вибрации, используемых в качестве

сборщиков информации, что совместно с программным обеспечением обеспечивает возможность наблюдения за развитием повреждений на ранней стадии [7,8]. При этом появление новых методов не приводило к полному вытеснению из практики ранее освоенных – все вышеперечисленные приборы и системы в том или ином виде выпускаются и применяются и в настоящее время.

В тоже время, четкой классификации методов технической диагностики на основе глубины поиска причин отказов оборудования до настоящего времени не разработано. Как правило, рассматривая приемы и методы технического диагностирования, придерживаются их разделения по требованиям к персоналу, опираясь на подход, предложенный в работе [9] на основе уровней квалификации:

1. Полуквалифицированные – фиксирование температуры, контроль общего уровня вибрации.

2. Квалифицированные – анализ частот вибраций, постоянная регистрация эксплуатационных характеристик, визуальный осмотр, использование датчиков деформации.

3. Высококвалифицированные – анализ моделей, использование дефектоскопии, магнитографии, голографии, акустической эмиссии.

Такой подход позволяет на стадии принятия решения оценить необходимые изменения в требованиях к эксплуатационному персоналу но не даёт возможности представить ожидаемый результат с точки зрения точности оценки причины развивающегося отказа и возможности его квалифицированного, с минимально возможными затратами, предотвращения. Актуальность развития классификации методов определения технического состояния в настоящее время определяется, также необходимостью формирования направлений дальнейших исследований в области технического диагностирования.

Целью работы является разработка классификации методов определения технического состояния на основании глубины поиска повреждения.

На основе многолетних исследований в данной области можно разделить методы определения технического состояния оборудования на четыре уровня, отличающихся глубиной оценки причин развития отказов и, соответственно, уровнем детализации источников этих вредных явлений.

Первый уровень – механизм в целом. Проводится определение признаков развитых повреждений. Техническое состояние представляется как наличие либо отсутствие признаков неисправностей, отклонений в работе. Характерные неисправности представляются в виде словаря. Дополнением является последовательность устранения повреждений. Формируются признаки характерных проявлений повреждений.

Используются органолептические методы. Контролируемые признаки связаны с повышением температуры, изменением характера шума, повышением вибрации, результатами визуального осмотра. Методы универсальны, применяются квалифицированным персоналом, имеющим значительный опыт работы, наблюдения за состоянием оборудования. Полученная информация используется при принятии решения о необходимости остановки оборудования и проведении технического обслуживания или ремонта.

Второй уровень – узлы механизма. Выполняется контроль пороговых значений – проводится измерение и контроль одного или нескольких диагностических параметров и сравнения с заданными пороговыми значениями. Используются портативные диагностические приборы или блоки контроля, выполняющие измерение одного или нескольких значений диагностического параметра: измерение температуры в локальных точках, измерение параметров общего уровня вибрации (среднеквадратичных, пиковых значений).

Требуется повышение уровня знаний персонала, создание групп контроля технического состояния. Полученные данные определяются уровнем «допустимо» или «недопустимо». Определение пороговых значений проводится по аналогии, методом взаимного или относительного сравнения, по рекомендациям стандартов [10,11]. На этом принципе строятся системы защиты оборудования по контролируемым диагностическим параметрам: осевому смещению, температуре, параметрам вибрации. В случае превышения заданных порогов включается звуковая, световая сигнализация, проводится отключение оборудования.

Техническое состояние представляется как совокупность диагностических параметров, изменяющих значения при изменении состояния объекта. Локализация повреждений происходит с точностью до узла. При диагностировании механического оборудования используются значения параметров вибрации измеренных в контрольных точках.

Диагноз ставится в результате анализа полученных значений вибрации и результатов дополнительных наблюдений и включает: определение категории технического состояния, возможные неисправности и рекомендации по техническому обслуживанию и ремонту.

Третий уровень – детали механизма. Проводится определение ранних признаков повреждений, что позволяет обоснованно определять сроки и объемы ремонтов. Используются анализаторы диагностических сигналов (тепловизоры, вибоанализаторы). Применяются для распознавания диагностические модели типа «если – то». В качестве диагностических симптомов часто используются составляющие спектрального сигнала. При интерпретации результатов применяют экспертные системы, основанные на формализации отработанных алгоритмов диагностирования или анализе опыта квалифицированных экспертов. С точки зрения информационных технологий программные продукты для анализа вибрационного сигнала представляют собой системы распознавания образов, нейронные сети, включают элементы искусственного интеллекта, эвристики, экспертных знаний. Система диагностирования работает параллельно системе управления и выполняет функции советчика. Реализуется на встроенных элементах стационарных систем и с использованием переносных сборщиков информации. Для определения технического состояния используется анализ спектрограмм, что позволяет определить существующие повреждения и выявить развивающиеся.

Анализ временных реализаций вибрационного сигнала – проводится для выявления доминирующих физических процессов происходящих в механизме. Реализуется при помощи Wavelet – метода преобразования сигналов, основанного на разложении сигнала в базисе волновой функции «вэйвлета» – компакт-

но представленной функцией во временной и частотной областях [12,13], которая является волновой функцией с нулевым средним значением.

Изменения состава спектрального сигнала наблюдались постоянно при проведении спектрального анализа. Для исключения данных влияний проводится усреднение вибрационного сигнала, приводя к потере диагностической информации. Техническое состояние рассматривается как многовариантность возможных реализаций. Различие последовательных реализаций определяет степень развития повреждений. Зафиксированы две точки стабилизации – хорошее состояние и степень развитого повреждения. Для промежуточной стадии характерным является постоянное изменение спектрального состава вибрационного сигнала (рис. 1).

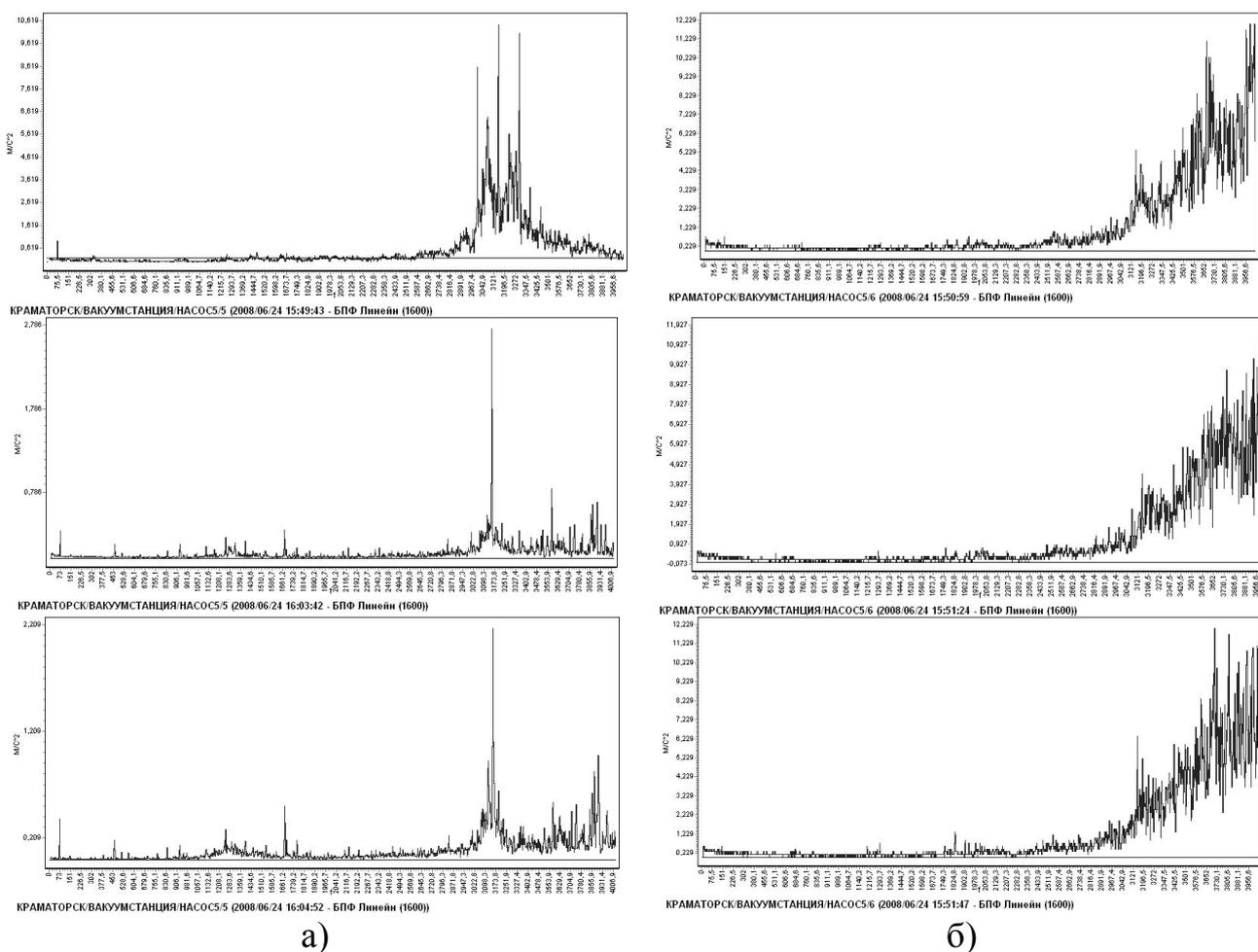


Рис.1. Изменение спектрограмм виброускорения исправного (а) и неисправного (б) подшипников механизма – периодичность измерений 1...3 мин

Четвертый уровень – физические процессы. Распознавание физических процессов, протекающих в узлах трения, при износе, разрушении деталей необходимо для определения параметров управления техническим состоянием. Это позволит определить направления изменения технического состояния для обеспечения требований технологического процесса.

Одно из направлений – определение зон стабилизации технического состояния при изменении режимов работы оборудования. Используется анализ временных реализаций диагностического сигнала и определение диагностических зависимостей между параметрами в многомерном пространстве диагностических признаков. Основная решаемая задача – уход от несанкционированных режимов эксплуатации путем выдачи рекомендаций. Разработка самообучающихся систем диагностирования.

Возрастают требования к пользователям и разработчикам систем диагностирования – необходимо понимание принципов выбора режимов и использование полученной информации. Система диагностирования становится частью системы контроля и управления технологическим процессом.

Рассмотрение уровней распознавания технического состояния позволило установить необходимость увеличения количества диагностических данных для получения единицы информации.

Для первого уровня – наблюдение за двумя или тремя признаками позволяет определить возможность дальнейшей эксплуатации или остановки механизма. Второй уровень предполагает проведение 12...20 измерений для постановки 8...10 диагнозов и выделения категорий технического состояния. Третий уровень требует использования больших объемов данных – представленные спектрограммы включают измерения 1600 составляющих каждая. Это весьма скромное достижение, но для контроля вибрации в 4-х точках в трех взаимно перпендикулярных направлениях необходимо рассмотреть массив из 19200 данных. При вейвлет-анализе анализируемый массив данных увеличивается до миллионов, миллиардов. Объем извлекаемой информации также увеличивается, однако используемая информация увеличивается в значительно меньшей степени. Реализация оценки технического состояния на четвертом уровне должна увеличить достоверность диагностирования, за счет повышения эффективности обработки данных для получения необходимого объема используемой информации.

Выводы.

1. Разработана классификация методов определения технического состояния на основании глубины поиска повреждения.
2. Определены характерные методы диагностирования для каждого уровня распознавания технического состояния.
3. Выделен уровень распознавания физических процессов необходимый для определения параметров управления техническим состоянием механического оборудования.

Список литературы

1. Иориш, Ю. И. Виброметрия. Измерение вибрации и ударов. Общая теория, методы и приборы / Ю.И. Иориш. – М.: Машгиз, 1963. – 771 с.
2. Добронравов, Д.Н. Технические средства и системы диагностики металлургического оборудования / Д.Н. Добронравов, Р.В. Лямбах // Черная металлургия. – 1991. – БНТИ №3. – С. 31–43.
3. Седуш, В.Я. Современные методы и средства диагностики механического оборудования / В.Я. Седуш, Г.В. Сопилкин, В.А. Сидоров // Черная металлургия. – 1991. – БНТИ №10. – С. 41–47.

4. Артоболевский, И.И. Введение в акустическую диагностику машин / И.И. Артоболевский, Ю.Н. Бобровницкий, М.Д. Генкин. – М.: Наука, 1979. – 296 с.
5. Генкин, М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколова. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
6. Коллакот, Р. А. Диагностирование механического оборудования / Р. А. Коллакот. – Л.: Судостроение, 1980. – 281 с.
7. Гольдин, А.С. Вибрация роторных машин / А.С. Гольдин. – 2-е издание исправленное. – М.: Машиностроение, 2000. – 344 с.
8. Барков, А.В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации / А.В. Барков, Н.А. Баркова, А.Ю. Азовцев. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2000. – 169 с.
9. Коллакот, Р. Диагностика поврежденных / Р. Коллакот. – М.: Мир, 1989. – 512 с.
10. Голуб, Е.С. Диагностирование судовых технических средств: Справочник / Е.С. Голуб, Е.З. Мадорский, Г.Ш. Розенберг. – М.: Транспорт, 1993. – 150 с.
11. ГОСТ ИСО 10816–1–97 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск. – 1997. – 13 с.
12. Цветков, Э.И. Нестационарные случайные процессы и их анализ / Э.И. Цветков. – М.: Энергия, 1978. – 128 с.
13. Виноградова М.Б. Теория волн / М.Б. Виноградова, О.В. Руденко, А.П. Сухоруков. – М.: Наука, 1979. – 381 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Самусей В.І.
Надійшла до редакції 15.03.2012*

УДК 622.673:622.867

© С.В. Самуся

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КАНАТНОЙ СИСТЕМЕ МОБИЛЬНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Представлены результаты исследования динамики подъемной установки в режимах торможения для различного сочетания ее параметров и определены условия возникновения модуляции, приводящей к увеличению амплитуд перемещений центра струны и подъемного сосуда, и экстремальных режимов торможения.

Представлені результати дослідження динаміки підйомної установки в режимах гальмування для різного співвідношення її параметрів та визначено умови виникнення модуляції, що приводить до збільшення амплітуд переміщень центру струни і підйомної посудини, і екстремальних режимів гальмування.

The results of studying the dynamics of the hoist in the modes of inhibition for different combinations of parameters and defined conditions of modulation, which leads to an increase in the amplitude of the center of the string and vessel, and extreme modes of inhibition.

Для обеспечения эффективного и безопасного использования мобильных подъемных установок при проведении аварийно-спасательных работ в шахтных стволах необходимо обосновать рациональные эксплуатационные параметры и режимы торможения. При проведении численных экспериментов, обработки и анализа результатов, полученных с помощью разработанной математической модели динамики мобильной подъемной установки [1], было реализовано про-